

87/8134



B2

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nl gungsschrift
10 DE 195 30 798 A 1

51 Int. Cl.⁶:
H 01 F 7/18
F 01 L 9/04
H 01 H 47/00

21 Aktenzeichen: 195 30 798.4
22 Anmeldetag: 22. 8. 95
43 Offenlegungstag: 27. 2. 97

DE 195 30 798 A 1

71 Anmelder:
FEV Motorentechne GmbH & Co. KG, 52078 Aachen,
DE

74 Vertreter:
Patentanwälte Maxton & Langmaack, 50968 Köln

72 Erfinder:
Schrey, Ekkehard, Dr.-Ing., 52078 Aachen, DE

54 Verfahren zur Erkennung des Auftreffens eines Ankers auf einen Elektromagneten an einer elektromagnetischen Schaltanordnung

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines elektromagnetischen Aktuators mit wenigstens einem Elektromagneten und einem gegen die Kraft einer dem Elektromagneten zugeordneten Rückstellfeder durch die Magnetkraft bewegbaren Anker, der auf ein Stellelement einwirkt, bei dem die Bestromung des Elektromagneten zur Erzeugung der Ankerbewegung über einen Linearregler erfolgt, der den Spulenstrom vor dem zu erwartenden Auftreffen des Ankers auf der Polfläche des Elektromagneten über ein Stellglied auf einen konstanten Wert regelt, und bei dem aus Veränderungen der Stellgröße des Reglers (Steuerstrom oder Steuerspannung) beim Auftreffen des Ankers während der Konstantstromphase ein Kennsignal für das Ankerauftreffen abgeleitet wird.

DE 195 30 798 A 1

Die f lgenden Angaben sind den vom Anm lder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 97 602 069/109

6/26

Bei elektromagnetischen Schaltanordnungen, die aus wenigstens einem Elektromagneten und einem gegen die Kraft einer der Elektromagneten zugeordneten Rückstellfeder durch Magnetkräfte bewegbaren Anker ausweisen, der auf ein Stellelement einwirkt, ist es vielfach erforderlich, eine große Zeitgenauigkeit einzuhalten. Dies ist beispielsweise für einen elektromagnetischen Aktuator erforderlich, durch den ein Gaswechselventil an einer Kolbenbrennkraftmaschine betätigt wird. Mit elektromagnetischen Aktuatoren ist eine Möglichkeit zur Steuerung der Gaswechselventile gegeben, die eine freie und damit anpassungsfähige Steuerung für das Ein- und Ausströmen des Arbeitsmediums bewirken, so daß der Arbeitsprozeß nach dem jeweils erforderlichen Betriebsbedingungen optimal beeinflußt werden kann. Der zeitliche Ablauf der Steuerung hat dabei großen Einfluß auf die unterschiedlichen Parameter, beispielsweise die Zustände des Arbeitsmediums im Einlaßbereich, im Arbeitsraum und im Auslaßbereich sowie auf die Vorgänge im Arbeitsraum selbst. Da Kolbenbrennkraftmaschinen mit sehr unterschiedlichen Betriebszuständen instationär arbeiten, ist die mit elektromagnetischen Aktuatoren mögliche variable Steuerung der Gaswechselventile vorteilhaft.

Dies ist beispielsweise aus der DE-C-30 24 109 bekannt.

Ein wesentliches Problem bei der Steuerung derartiger elektromagnetischer Aktuatoren stellt die erforderliche Zeitgenauigkeit dar, die insbesondere bei der Steuerung der Motorleistung für die Einlaßventile erforderlich ist. Eine genaue Steuerung der Zeiten wird durch fertigungsbedingte Toleranzen, im Betrieb auftretende Verschleißerscheinungen sowie durch unterschiedliche Betriebszustände, beispielsweise wechselnde Lastanforderungen und wechselnde Arbeitsfrequenzen, erschwert, da diese äußeren Einflüsse zeitrelevante Parameter des gesamten Systems beeinflussen können.

Es ist zwar mit großer Zuverlässigkeit möglich, bei einem elektromagnetischen Aktuator mit zwei jeweils eine Endstellung des Ankers definierenden Haltemagneten den Auftreffzeitpunkt ziemlich exakt zu erfassen. Die hierzu bekannten Verfahren benötigen jedoch eine relativ aufwendige Detektionsschaltung zur Bestimmung der für das Auftreffen signifikanten Größen aus dem Strom- bzw. Spannungsverlauf des jeweils den Anker anziehenden Elektromagneten.

Da dieser Aufwand einem wirtschaftlichen Einsatz entgegensteht, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erkennung des Auftreffzeitpunktes mit geringstmöglichem Schaltungsaufwand zu ermöglichen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Bestromung des Elektromagneten zur Erzeugung der Ankerbewegung über einen Linearregler erfolgt, der den Spulenstrom vor dem zu erwartenden Auftreffen des Ankers auf der Polfläche des Elektromagneten über ein Stellglied auf einen Konstantwert regelt und daß aus Veränderungen der Stellgröße des Reglers (Steuerstrom oder Steuerspannung) beim Auftreffen des Ankers während der Konstantstromphase ein Kennsignal für das Ankerauftreffen abgeleitet wird. Es hat sich überraschend gezeigt, daß auch ohne eine zusätzliche Detektionsschaltung das Kennsignal für das Ankerauftreffen unmittelbar aus dem Regler selbst abgeleitet werden kann. Hierbei wird mit Vorteil ausgenutzt, daß während der Konstant-

stromphase am fangenden Magneten beim Auftreffen des Ankers auf die Polfläche die Spannung über der Magnetspule beeinflußt wird und daß diese Spannungsänderung auf die Stellgröße am Linearregler zurückwirkt und diese ändert. Damit ist die Möglichkeit gegeben, daß das Kennsignal für das Ankerauftreffen und ein daraus abzuleitendes Stellsignal für die Steuerung des Aktuators ohne zusätzlichen Schaltungsaufwand unmittelbar abgeleitet werden kann.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß bei der Verwendung eines PID-Reglers das Kennsignal aus dem für die Darstellung des D-Anteils verwendeten Schaltungsteil abgeleitet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand schematischer Zeichnungen nachfolgend dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 den Verlauf von Strom und Spannung in Abhängigkeit vom Ankerhub,

Fig. 2 eine Schaltungsanordnung mit Ableitung des Kennsignals aus der Stellgröße des Reglers,

Fig. 3 eine Schaltungsanordnung mit einem PID-Regler und Ableitung des Kennsignals aus dem D-Anteil,

Fig. 4 eine Schaltungsanordnung entsprechend Fig. 3 mit entkoppelt einstellbaren Koeffizienten.

Wird bei einem Aktuator der hier beschriebenen Art durch Bestromung des Elektromagneten der Anker aus der durch die Rückstellfeder definierten Ausgangslage in Richtung auf die Polfläche des Elektromagneten so weit bewegt, bis der Anker an dieser zur Anlage kommt, dann ergibt sich der in Fig. 1 im Diagramm a) dargestellte Verlauf des Hubweges s in Abhängigkeit von der Zeit. Um diese Bewegung zu erreichen, wird der Elektromagnet mit einem ansteigenden Strom beaufschlagt, wobei über einen Regler, wie im Diagramm b) in Fig. 1 dargestellt, der Stromanstieg vor dem zu erwartenden Auftreffzeitpunkt T_A des Ankers auf der Polfläche auf einem konstanten Wert gehalten wird.

Wie aus dem zugehörigen Spannungsdiagramm c) ersichtlich, fällt die Spannung an der Spule des Elektromagneten beim Einregeln auf den konstanten Wert für den Strom ab, steigt jedoch bei der Annäherung des Ankers an die Polfläche des Elektromagneten infolge der hierdurch bewegten Änderung des magnetischen Flusses auf einen erhöhten Wert an, um anschließend nach dem Auftreffen auf die Polfläche wieder abzufallen.

Über eine entsprechend komplizierte Schaltung, die hier nicht näher darzustellen ist, kann nun die Spannungsspitze erfaßt und zu einem Kennsignal ausgewertet werden. Derartige Auswerteschaltungen sind kompliziert und aufwendig.

In Fig. 2 ist eine Schaltungsanordnung für einen elektromagnetischen Aktuator dargestellt, bei dem mit Hilfe eines PID-Reglers der Konstantstrom vor dem zu erwartenden Auftreffen des Ankers auf den Elektromagneten eingeregelt wird.

Da die Auslegungs- und Betriebsparameter für den elektromagnetischen Aktuator im wesentlichen bekannt sind, läßt sich der Auftreffzeitpunkt theoretisch insoweit vorher festlegen, daß ein Zeitpunkt T_{A1} vorgegeben werden kann, an dem der Anker noch nicht auf der Polfläche aufgetroffen sein kann, sich jedoch bereits in Richtung auf die Polfläche bewegt. Wird nun über die Schaltung der exakte Auftreffzeitpunkt T_A erkannt, können hieraus die notwendigen Veränderungen in der Ansteuerung des elektromagnetischen Aktuators abgeleitet werden. Wird beispielsweise ein zu spätes Auftreffen festgestellt, dann kann für die zugeordnete Steuerungseinrichtung im nächsten Arbeitstakt der Zeitpunkt zum

Einschalten des Stroms für den fangenden Elektromagneten entsprechend vorverlegt werden. Trifft der Anker vor dem erwarteten Zeitpunkt auf, dann kann entsprechend der Einschaltzeitpunkt für den fangenden Elektromagneten entsprechend zurückverlegt werden, so daß eine Anpassung des exakten Auftreffzeitpunktes an den über die der Steuereinrichtung vorgegebenen Betriebsdaten möglich ist. Über das erfaßte Kennsignal können dann auch noch weitere Stellglieder angesteuert werden.

In der in Fig. 2 dargestellten Schaltung wird der Elektromagnet durch die Spule 1 dargestellt, die durch einen Konstantstromregler 2 über einen Transistor 3 als Stellglied für den Strom die Regelung des Spulenstroms bewirkt. Hierbei ist ferner in der Schaltung ein Meßwiderstand 4 vorgesehen, der den Spulenstrom mißt und über eine entsprechende Schaltung 5 aufbereitet.

Der über den Meßwiderstand 4 gemessene Spulenstrom wird zusammen mit einem Vorgabewert für die Konstantstromschwelle auf den Regler 2 aufgeschaltet, der beispielsweise als PID-Regler ausgelegt ist. Dieser Regler 2 beeinflusst dann die Spannung über der Spule 1 derart, daß sich der Spulenstrom auf einen konstanten Wert einstellt. Da nun, wie eingangs bereits beschrieben, mit dem Auftreffen des Ankers auf die Polfläche des fangenden Magneten die Spannung über der Magnetspule 1 beeinflusst wird und diese Spannungsänderung auf die Stellgröße am Linearregler 2 zurückwirkt und diese ändert, besteht nun die Möglichkeit, aus dem Linearregler 2 ein entsprechendes Kennsignal für das Auftreffen des Ankers abzuleiten und über eine Signalverarbeitung 6 auszuwerten und beispielsweise einer elektronischen Steuereinrichtung zuzuleiten.

Wie aus Diagramm 1 c) ersichtlich, ergibt sich beim Auftreffen des Ankers auf die Polfläche eine schnelle Änderung der Spulenspannung, die unmittelbar auf den Meßwiderstand 4 zurückwirkt. Die hierdurch bewirkte Spannungsänderung wird im Regler 2 erfaßt und kann dort als Kennsignal unmittelbar aus der Stellgröße für den Transistor 3 abgegriffen werden.

In Fig. 3 ist eine Schaltungsanordnung dargestellt, wobei der Linearregler 2 als PID-Regler ausgebildet ist. Die Schaltungsanordnung entspricht in ihrem Grundprinzip dem anhand von Fig. 2 beschriebenen Aufbau. Als Kennsignal wird bei dieser Anordnung die Steuerungsspannung für den Transistor 3 abgegriffen und der Auswerteschaltung 6 zugeführt.

Die in Fig. 4 dargestellte Schaltungsanordnung entspricht im wesentlichen der Schaltung in Fig. 3. Bei dieser Schaltungsanordnung ist der PID-Regler mit entkoppelt einstellbaren Koeffizienten ausgelegt, wobei das Kennsignal aus dem für die Darstellung des D-Anteils verwendeten Schaltungsteil abgeleitet wird.

rungen der Stellgröße des Reglers (Steuerstrom oder Steuerspannung) beim Auftreffen des Ankers während der Konstantstromphase ein Kennsignal für das Ankerauftreffen abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verwendung eines PID-Reglers als Linearregler das Kennsignal aus dem für die Darstellung des D-Anteils verwendeten Schaltungsteil abgeleitet wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines elektromagnetischen Aktuators mit wenigstens einem Elektromagneten und einem gegen die Kraft einer dem Elektromagneten zugeordneten Rückstellfeder durch die Magnetkraft bewegbaren Anker, der auf ein Stellelement einwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestromung des Elektromagneten zur Erzeugung der Ankerbewegung über einen Linearregler erfolgt, der den Spulenstrom vor dem zu erwartenden Auftreffen des Ankers auf der Polfläche des Elektromagneten über ein Stellglied auf einen konstanten Wert regelt, und daß aus Verände-

- Leerseite -

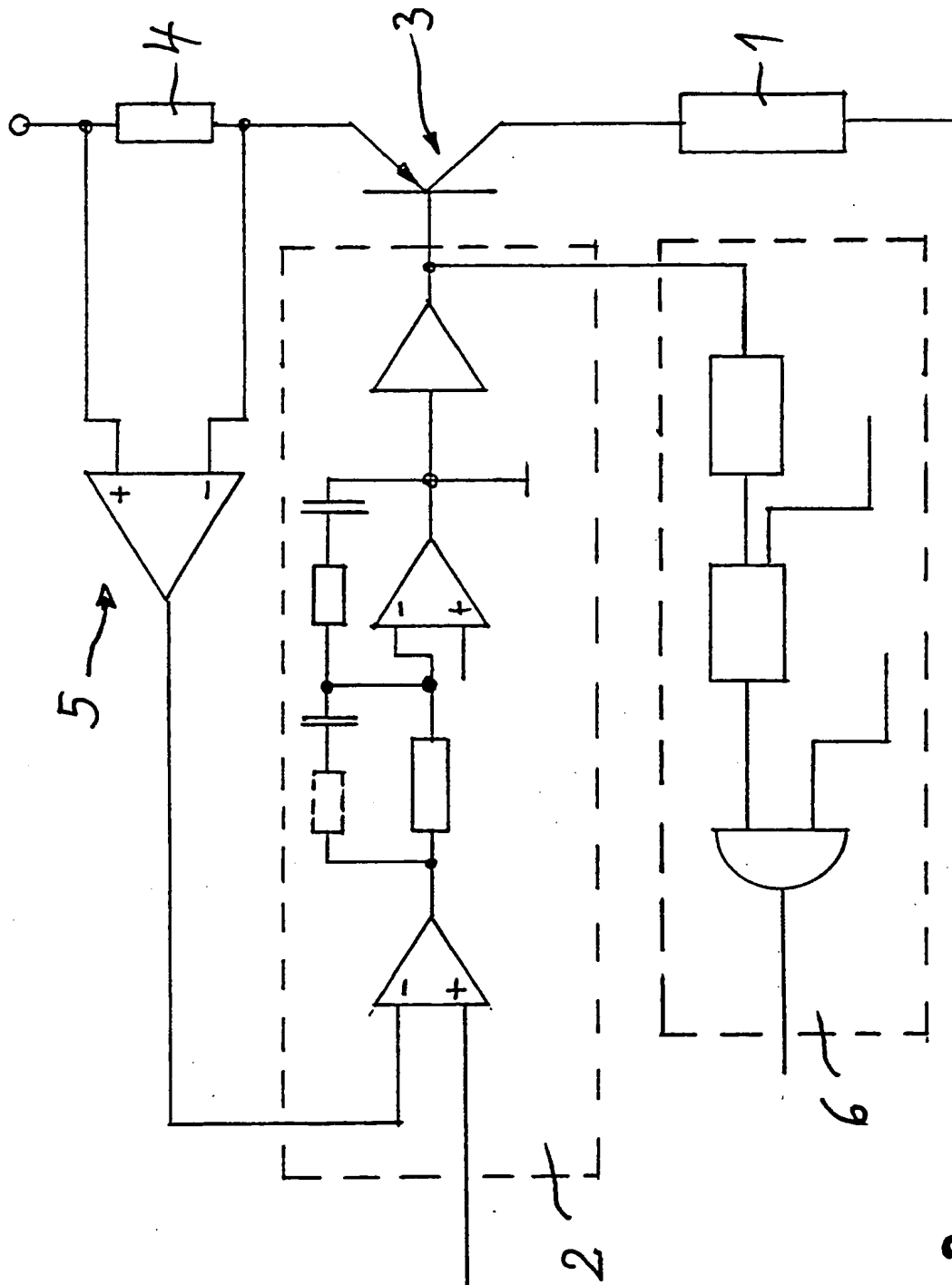
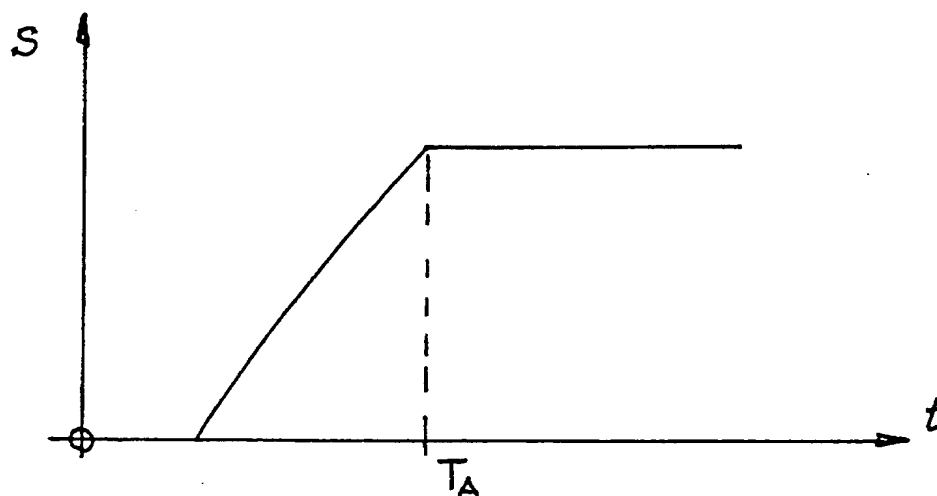
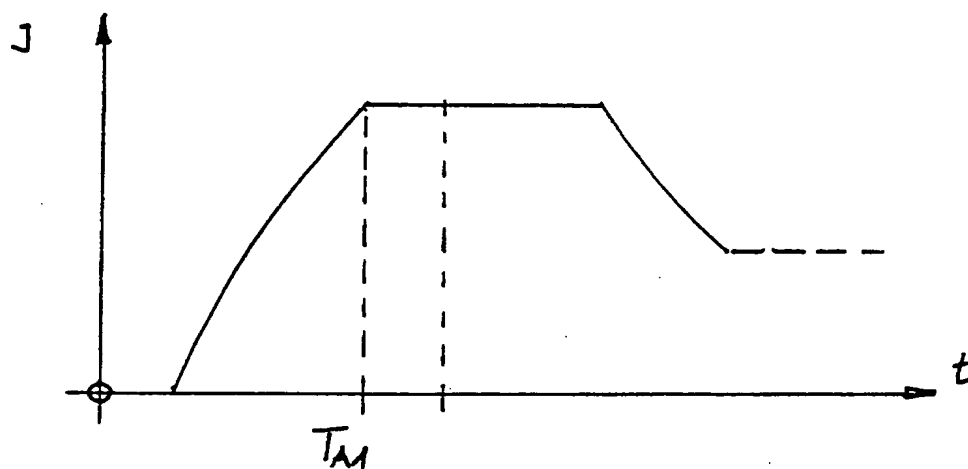


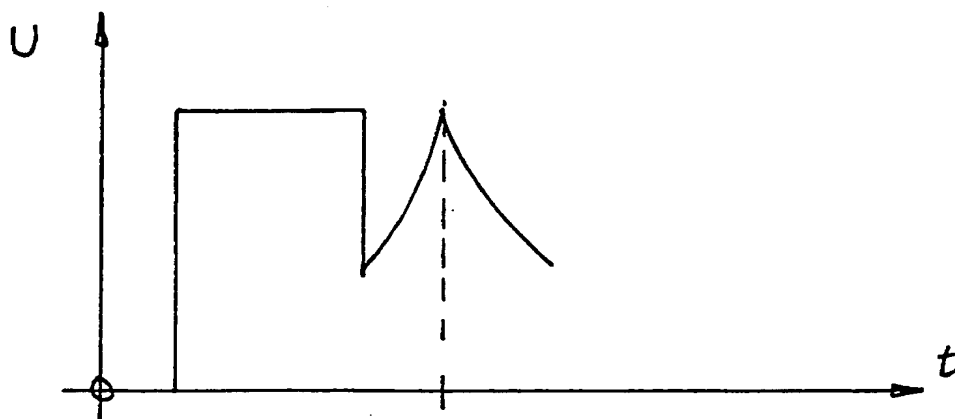
Fig. 3



a)



b)



c)

Fig. 1

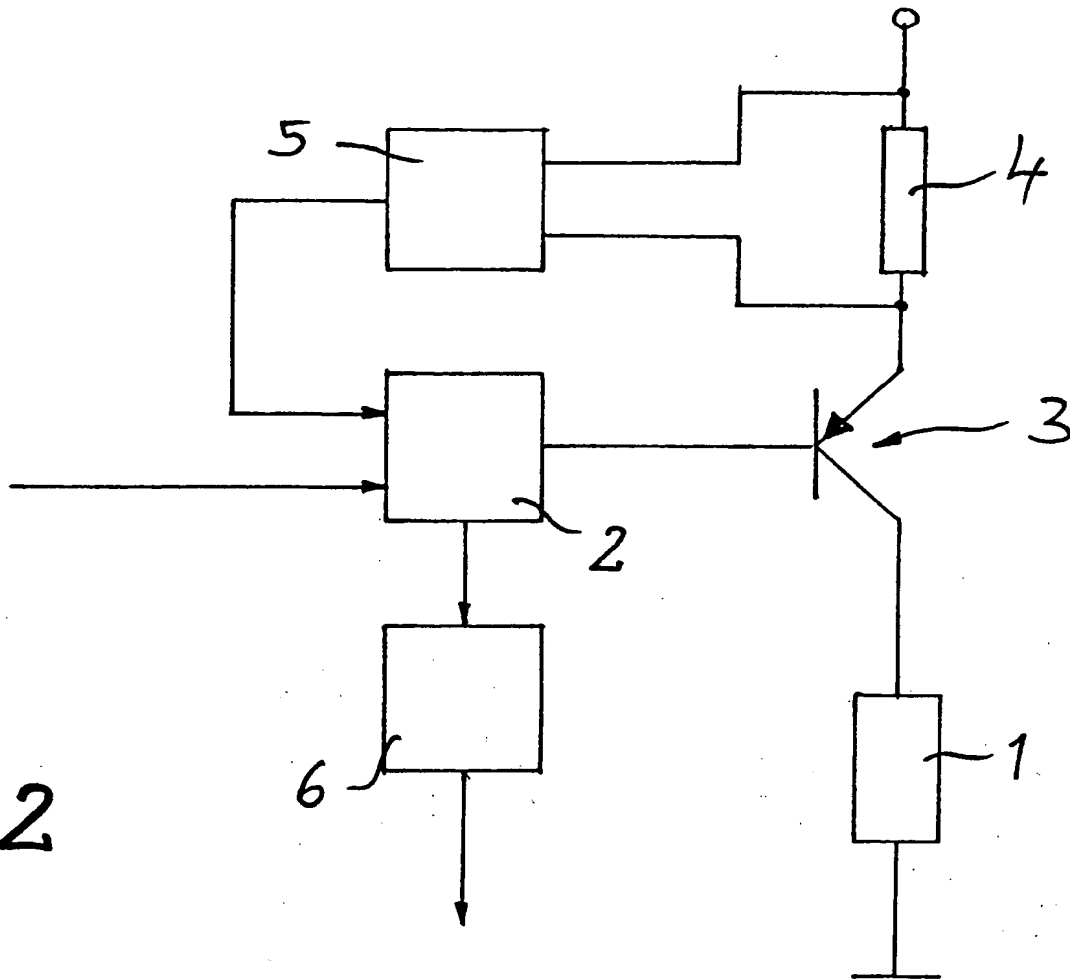


Fig. 2

